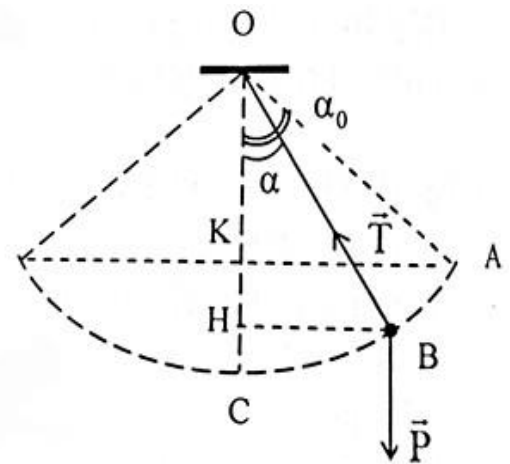


BẢO TOÀN CƠ NĂNG – BÀI TOÁN CON LẮC ĐƠN

Bài toán: Quả cầu nhỏ khối lượng m treo ở đầu một sợi dây chiều dài l , đầu trên của dây cố định. Kéo quả cầu ra khỏi vị trí cân bằng để dây treo lệch góc α_0 so với phương thẳng đứng rồi buông nhẹ. Bỏ qua sức cản của không khí.

- Tính tốc độ của quả cầu khi dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc α .
- Tính lực căng của dây khi dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc α .



Hướng dẫn:

a) Tìm vận tốc v_B ?

Bỏ qua sức cản của không khí, cơ năng của vật được bảo toàn. Chọn gốc thế năng ở **vị trí thấp nhất C ($z_C=0$)** của vật m (thường gọi là vị trí cân bằng).

$$\text{Ta có: } z_A = KC = OC - OK = l - l \cdot \cos \alpha_0 = l(1 - \cos \alpha_0)$$

$$z_B = HC = OC - OH = l - l \cdot \cos \alpha = l(1 - \cos \alpha)$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có: $W_A = W_B$

$$\Leftrightarrow W_{dA} + W_{tA} = W_{dB} + W_{tB}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} m v_A^2 + mg z_A = \frac{1}{2} m v_B^2 + mg z_B$$

Quả cầu được buông nhẹ ở A $\Rightarrow v_A = 0$. Đơn giản m ở 2 vế; ta có:

$$\Leftrightarrow 0 + g l (1 - \cos \alpha_0) = \frac{1}{2} v_B^2 + g l (1 - \cos \alpha)$$

$$\Leftrightarrow v_B = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$$

b) Tìm lực căng dây T_B ?

Tại B, định luật II Newton cho: $\vec{T}_B + \vec{P} = m \cdot \vec{a}$ (*)

Chiếu (*) lên phương **bán kính l (m)**, chiều hướng vào **tâm O** ta được:

$$T_B - P \cdot \cos \alpha = m \cdot a_{ht}$$

$$\rightarrow T_B = mg \cdot \cos \alpha + m \cdot a_{ht}$$

$$\rightarrow T_B = mg \cdot \cos \alpha + m \cdot \frac{v_B^2}{l}$$

$$\rightarrow T_B = mg \cdot \cos \alpha + m \cdot \frac{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}{l} = mg \cdot \cos \alpha + m \cdot 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_0)$$

$$\rightarrow T_B = mg \cdot \cos \alpha + m \cdot 2g(\cos \alpha - \cos \alpha_0) \rightarrow T_B = mg \cdot (3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_0)$$

BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Bài 1: Quả cầu nhỏ khối lượng $m = 100 \text{ g}$ treo ở đầu một sợi dây không giãn chiều dài $l = 0,5 \text{ m}$, đầu trên của dây cố định. Kéo quả cầu ra khỏi vị trí cân bằng để dây treo lệch góc 60° so với phương thẳng đứng rồi buông không vận tốc đầu. Bỏ qua sức cản của không khí. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- Tính vận tốc của quả cầu ở vị trí cân bằng O và vị trí M khi dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc 30° ?
- Tính lực căng của sợi dây khi dây treo hợp với phương thẳng đứng góc 30° và ở vị trí cân bằng?

Đáp án: Ở VTCB C $\alpha=0$ ($z_C=0$) $v_C=\sqrt{5} \text{ m/s}$ $T_C=2\text{N}$

Ở vị trí M $\alpha=30^\circ$ $v_M \approx 1,9 \text{ m/s}$ $T_M \approx 1,6 \text{ N}$

Bài 2: Một con lắc đơn gồm vật nặng khối lượng $m = 1 \text{ kg}$ treo vào sợi dây có chiều dài $l = 40 \text{ cm}$. Kéo vật đến vị trí dây làm với đường thẳng đứng một góc $\alpha_0 = 60^\circ$ rồi thả nhẹ. Bỏ qua sức cản không khí. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tìm vận tốc của con lắc và lực căng của sợi dây khi nó đi qua:

- Vị trí ứng với góc $\alpha = 45^\circ$.
- Vị trí cân bằng.

Bài 3: Một quả cầu nhỏ có khối lượng $m = 200 \text{ g}$, được buộc vào một sợi dây nhẹ, không giãn, chiều dài $l = 1 \text{ m}$, đầu trên của dây được treo vào một điểm cố định. Kéo cho dây làm với phương thẳng đứng góc $\alpha_0 = 60^\circ$ rồi thả nhẹ. Bỏ qua lực cản của không khí, $g = 10 \text{ m/s}^2$. Xác định góc lệch α của con lắc so với phương thẳng đứng khi nó có thế năng bằng nửa động năng, và tính lực căng của dây treo con lắc tại vị trí này.

Hướng dẫn: Gọi B là vị trí có $W_{tB} = \frac{1}{2} W_{dB} \Leftrightarrow W_{dB} = 2 W_{tB}$

$$W_B = W_{tB} + W_{dB} = 2 W_{tB} + W_{dB}$$

$$W_B = 3 W_{dB} = 3.mgz_B$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có: $W_A = W_B$

$$\Leftrightarrow W_{dB} + W_{tA} = 3W_{tB}$$